

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-76359  
(P2001-76359A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/09  
7/135

G 1 1 B 7/09  
7/135

B 5 D 1 1 8  
Z 5 D 1 1 9

審査請求 有 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-252284

(22) 出願日 平成11年9月6日 (1999.9.6)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 松井 勉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100103090

弁理士 岩壁 冬樹

Fターム(参考) 5D118 AA13 BA01 CD02 CF05 DA03  
DA08 DA40

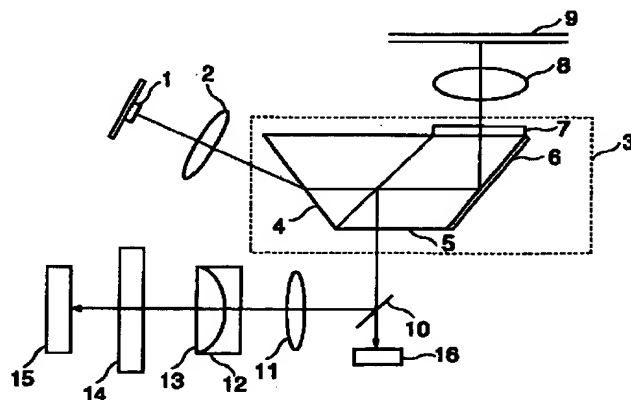
5D119 AA28 BA01 EA03 JA08 JA24  
KA19

(54) 【発明の名称】 フォーカス誤差信号検出装置およびフォーカス誤差信号検出方法

(57) 【要約】

【課題】 非点収差法においてフォーカスオフセットに対するビットエラーレート特性を改善し、また、ランドとグルーブからなる溝をクロスして走査したときにフォーカス誤差信号に入るノイズを除去する。

【解決手段】 光ディスク9で反射した光は、入射経路と同経路を戻り、偏光ビームスプリッタ5で反射して、以降は入射経路とは異なる経路を進む。偏光ビームスプリッタ5で反射した光は、集束レンズ11によって集束され、凹レンズ12と円筒レンズ13とを一体化した光学部品を通過し、さらに回折格子14を通過し分散される。4分割センサ15は、分散した光を検出して検出した光に応じた信号を出力する。光ディスクでの回折で発生した光の影響は、回折格子14により発生した0次光と±1次光とを重畳させることにより排除することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源から照射され光ディスクに集束された光の光ディスクからの反射光によりフォーカス誤差信号を検出するフォーカス誤差信号検出装置であって、入射経路と同経路を戻る反射光の経路を入射経路から分岐させる偏光ビームスプリッタ部と、前記偏光ビームスプリッタ部で分岐した反射光を集束する集束部と、前記集束部で集束した反射光について非点隔差を発生させる非点隔差発生部と、光ディスクでの回折による分散で生じた光同士が重畳するように前記非点隔差発生部を通過した反射光を分散する回折部と、前記回折部を通過して分散した反射光を受光してフォーカス誤差信号を検出するセンサ部とを備えたことを特徴とするフォーカス誤差信号検出装置。

【請求項 2】 センサ部は、4 分割センサであることを特徴とする請求項 1 記載のフォーカス誤差信号検出装置。

【請求項 3】 回折部による分散の分散比が 1.5 以上であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のフォーカス誤差信号検出装置。

【請求項 4】 回折部は、分散で生じた ±1 次光それぞれのビーム中心と 0 次光のビーム中心とのずれを、0 次光の断面の直径の  $1/4$  以上  $1/2$  以下とするように分散させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 記載のフォーカス誤差検出装置。

【請求項 5】 非点隔差発生部は、回折部に切られた溝の方向と非点隔差によって断面が楕円となる光の楕円の軸方向とが一致するように配置されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 記載のフォーカス誤差検出装置。

【請求項 6】 非点隔差発生部は、円筒レンズを備えたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 記載のフォーカス誤差検出装置。

【請求項 7】 非点隔差発生部は、凹レンズと円筒レンズとを一体化した光学部品である請求項 6 記載のフォーカス誤差検出装置。

【請求項 8】 非点隔差発生部は、斜め平板を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 記載のフォーカス誤差検出装置。

【請求項 9】 非点隔差発生部は、凹レンズと斜め平板とを一体化した光学部品である請求項 8 記載のフォーカス誤差検出装置。

【請求項 10】 非点隔差発生部は、4 分割センサがフォーカス誤差発生時に受光する楕円光の楕円の長軸方向および短軸方向と、4 分割センサの二組の対角のセンサが並ぶ方向とが一致するように配置されることを特徴とする請求項 2 ないし請求項 9 記載のフォーカス誤差検出装置。

【請求項 11】 光源から照射され光ディスクに集束された光の光ディスクからの反射光について、入射経路と同経路を戻る反射光の経路を入射経路から分岐させ、分岐した反射光を集束させ、集束した反射光について非点隔差を発生させ、光ディスクでの回折による分散で生じた光同士が重畳するように非点隔差を発生した反射光を分散させ、分散した反射光を受光してフォーカス誤差信号を検出することを特徴とするフォーカス誤差信号検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、相変化光ディスク装置や光磁気ディスク装置等に適用される光ヘッドのフォーカス誤差信号検出装置およびフォーカス誤差信号検出方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ディスク装置が光ディスクに対して情報の記録再生を行う場合、光ディスク成型時に生じた反り、光ディスクの自重によるわたみ、ターンテーブルの傾き等が原因となり、レンズと光ディスク間の距離とレンズの焦点深度との差、すなわちフォーカス誤差が生じるという問題が生じていた。レンズと光ディスク間の距離をレンズの焦点深度内に収めるためには、フォーカス誤差を検出する必要があるが、従来の技術では、フォーカス誤差検出法として非点収差法やダブルナイフエッジ法が用いられてきた

【0003】非点収差法とダブルナイフエッジ法を比較した場合、光センサずれに対するフォーカス零クロス変化特性の点で非点収差法が優れている。フォーカス零クロスの定義を以下に説明する。非点収差法およびダブルナイフエッジ法双方で用いる 4 分割センサの各センサ出力を A、B、C、D とする。ここで、A と C、B と D がそれぞれ対角のセンサ出力である。図 5 は、ビーム中心位置が変化した場合の A-B と C-D の変化を示した図である。A-B および C-D の変化を示す曲線の交点における A-B および C-D がいずれも 0 であれば、4 分割センサの中心とビーム中心位置が重なっていることを示している。この位置からビーム中心位置または 4 分割センサがずれると、A-B が変化し、交点が 0 からずれる。この変化後の A-B を  $(A-B)'$  として図 5 に破線で示す。このとき、図 5 に示したずれ J と片側振幅 K を用いて計算した  $(J/K) \times 100$  がフォーカス零クロスである。なお、フォーカス零クロスの単位はパーセントである。

【0004】図 6 は、非点収差法およびダブルナイフエッジ法における、フォーカスセンサのずれに対するフォーカス零クロス変化特性を示している。ダブルナイフエッジ法では、フォーカスセンサ上のビーム直径が約 30  $\mu\text{m}$  である場合、フォーカスセンサのずれが 1  $\mu\text{m}$  に対

してフォーカス零クロスは10%になる。これに対し、非点収差法では、フォーカスセンサ上のビーム直径が100 $\mu$ mである場合、フォーカスセンサのずれが10 $\mu$ mに対してフォーカス零クロスは2%以下である。このように、非点収差法の方が光センサずれに対するフォーカス零クロス変化特性が良好であり、これは非点収差法が温度変化、経時変化の点でダブルナイフエッジ法より有利であることを示している。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ただし、非点収差法にも、以下の三つの問題点がある。第一の問題点は、光ディスクのランドおよびグループに情報を記録したとき、または情報を再生したときの、フォーカスオフセットに対するビットエラーレートの変化が大きい点である。図7は、ランド、グループそれぞれのビットエラーレート特性を示す。ランドおよびグループいずれの場合もビットエラーレートが大きく変化している。

【0006】第二の問題点は、ランドおよびグループのビットエラーレートの特性が一致しない点である。例えば、(1、7)変調方式による記録、パーシャルレスポンス方式による再生を行った場合、図7に示すように、ランドとグループとではビットエラーレートが最小となるフォーカスオフセット点がずれ、また、グループの場合よりもランドのビットエラーレート特性が劣化する。

【0007】第三の問題点は、4分割センサによってフォーカス誤差信号を検出する際、ランドおよびグループからなる溝をクロスして走査すると、フォーカス誤差信号にノイズが入ってしまう点である。

【0008】これら三つの問題点の原因は、光ディスクで光が反射するときの回折により生じる光がフォーカス誤差信号に影響を与えてしまったことにある。光ディスクには図8に示すようなランドとグループとからなる溝があるため、光が反射する際に回折が生じてしまう。すなわち、図9に示すように光ディスクの反射による0次光の他に、光ディスク回折 $\pm 1$ 次光が発生してしまうが、従来の技術ではこの光ディスク回折 $\pm 1$ 次光による影響を排除できなかった。

【0009】本発明は、光ディスクでの回折で生じる光の影響を排除して、フォーカスオフセットに対するビットエラーレート変化が小さく、かつランドとグループでビットエラーレート特性に差がなく、ランドおよびグループからなる溝をクロスして走査したときにフォーカス誤差信号に入るノイズを除去するフォーカス誤差信号検出装置およびフォーカス誤差信号検出方法を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によるフォーカス誤差信号検出装置は、光源から照射され光ディスクに集束された光の光ディスクからの反射光について、入射経路と同経路を戻る反射光の経路を入射経路から分岐させ

る偏光ビームスプリッタ部と、偏光ビームスプリッタ部で分岐した反射光を集束する集束部と、集束部で集束した反射光について非点隔差を発生させる非点隔差発生部と、光ディスクでの回折による分散で生じた光同士が重畳するように非点隔差発生部を通過した反射光を分散する回折部と、回折部を通過して分散した反射光を受光してフォーカス誤差信号を検出するセンサ部とを備えたことを特徴とする。

【0011】センサ部は、4分割センサである構成が好ましい。このような構成によれば、4分割センサが有する各センサの出力から容易にフォーカス誤差信号を算出することができる。

【0012】回折部による分散の分散比は1.5以上であることが好ましい。光ディスクによる回折の影響を排除するためには、回折部による分散の分散比が1より大きくなければならないが、特に分散比を1.5以上とすることによって光ディスクによる回折の影響を大きく低減することができる。

【0013】回折部は、分散で生じた $\pm 1$ 次光それぞれのビーム中心と0次光のビーム中心とのずれを、0次光の断面の直径の1/4以上1/2以下とするように分散させることが好ましい。光ディスクの回折により生じた光の発生位置のパターンは一律ではなく、0次光の中心から直径の1/4までの範囲や、0次光の中心から直径の1/2までの範囲等、様々なパターンで発生する。したがって、ビーム中心のずれを0次光の断面の直径の1/4以上1/2以下とすることで、様々な発生パターンに対応して光ディスクによる回折の影響をより低減することができる。

【0014】非点隔差発生部は、回折部に切られた溝の方向と非点隔差によって断面が楕円となる光の楕円の軸方向とが一致するように配置されることが好ましい。センサ部が受光する光に像回転を生じさせず、光ディスクでの回折による分散で生じた光同士が重畳する面積をより大きくすることができるので、光ディスクによる回折の影響をより低減することができる。

【0015】例えば、非点隔差発生部は、円筒レンズまたは斜め平板を備えた構成であってもよい。このような構成によれば、非点隔差発生部の構成を簡易化することができる。

【0016】非点隔差発生部は、凹レンズと円筒レンズまたは斜め平板とを一体化した光学部品であってもよい。このような構成によれば、凹レンズと円筒レンズまたは斜め平板との距離が不変となるので、容易に光軸方向の非点隔差発生部の位置を調整することができる。

【0017】非点隔差発生部は、4分割センサがフォーカス誤差発生時に受光する楕円光の楕円の長軸方向および短軸方向と、4分割センサの二組の対角のセンサが並ぶ方向とが一致するように配置されることが好ましい。

【0018】また、本発明によるフォーカス誤差信号検

10

20

30

40

50

出方法は、光源から照射され光ディスクに集束された光の光ディスクからの反射光について、入射経路と同経路を戻る反射光の経路を入射経路から分岐させ、分岐した反射光を集束させ、集束した反射光について非点隔差を発生させ、光ディスクでの回折による分散で生じた光同士が重畳するように非点隔差を発生した反射光を分散させ、分散した反射光を受光してフォーカス誤差信号を検出することを特徴とする。光ディスクでの回折による分散で生じた光同士を重畳させることで、光ディスクでの回折がフォーカス誤差信号に与える影響を減少させることができる。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明によるフォーカス誤差信号検出装置の実施の一形態を示す構成図である。光源であるレーザ1から照射された光は、コリメータレンズ2により平行光となる。この平行光は、複合プリズム3を介して、対物レンズ8に射出される。複合プリズム3は、クサビプリズム4、偏光ビームスプリッタ5、45°ミラー6、1/4波長板7から構成され、対物レンズ8に向けて円偏光に変換した光を射出する役割を果たす。対物レンズ8は、入射した光を集束して光ディスク9に射出する。

【0020】光ディスク9で反射した光は、入射経路と同経路を戻るが、複合プリズム3の偏光ビームスプリッタ5で反射して、以降は入射経路とは異なる経路を進む。偏光ビームスプリッタ5で反射した光は、ハーフミラー10において透過光と反射光とに分かれる。ハーフミラー10を反射した光は、集束レンズ11によって集束され、凹レンズ12と円筒レンズ13とを一体化した光学部品を通過する。光がこの光学部品を通過することで非点隔差が発生する。この光学部品を通過した光は、さらに回折格子14を通過し分散される。

【0021】4分割センサ15は、分散した光を検出して検出した光に応じた信号を出力する。4分割センサ15は、フォーカス誤差信号を $(A+C) - (B+D)$ として出力し、RF(Radio Frequency)信号を $A+B+C+D$ として出力する。ただし、4分割センサ15の各センサ出力をA、B、C、Dとし、AとC、BとDがそれぞれ対角のセンサ出力であるとする。

【0022】ここで、フォーカス誤差が生じる場合、4分割センサ15は、非点隔差によって断面が縦長または横長の楕円となる光を受光する。この楕円の長軸方向および短軸方向と、4分割センサの二組の対角のセンサが並ぶ方向とが一致するように円筒レンズ13と4分割センサ15の向きを設定する。

【0023】また、ハーフミラー10を透過した光は、2分割センサ16に受光される。2分割センサ16は、2つのセンサそれぞれの出力の差をトラッキング誤差信号として出力する。

【0024】次に、動作について説明する。光ディスク9で光が反射するとき、光ディスク9には図8に示すようなランドとグルーブからなる溝があるので、入射した光の分散により±1次光が発生する。なお、回折格子14においても入射した光が分散することにより±1次光が発生するので、両者を区別するため、光ディスク9での反射で生じた光を「光ディスク回折±1次光」とよび、回折格子14を通過して生じた光を単に「±1次光」とよぶことにする。ただし、光ディスクでの反射で生じた光ディスク回折±1次光が回折格子14を通過することにより生じた光は「光ディスク回折±1次光」とよぶことにする。光ディスク9での反射で生じた光ディスク回折±1次光の発生状況を0次光の断面図として図9に示す。光ディスク回折±1次光61、62は、光ディスクに反射した0次光60のビームに収まるように発生する。

【0025】光ディスク回折±1次光61、62は、0次光60とともに、入射経路を戻って、偏光ビームスプリッタ5で反射し、さらに集束レンズ11、凹レンズ12、円筒レンズ13を通過して回折格子14に達する。回折格子14は、0次光60だけでなく、光ディスク回折±1次光61、62も分散させる。図2に、回折格子14での分散の状況を示す。図2の上図は、0次光60と、回折格子14での分散で生じた-1次光51および+1次光52の断面図である。-1次光51には、回折格子14による-1次光51の光ディスク回折-1次光53および光ディスク回折+1次光54が発生する。同様に、+1次光52には、回折格子14による+1次光52の光ディスク回折-1次光55および光ディスク回折+1次光56が発生する。これらの、光ディスク回折±1次光53ないし56は、0次光60の光ディスク回折±1次光61、62が回折格子14を通過することにより発生したものである。

【0026】ここで、0次光60、-1次光51、+1次光52を図2の下図に示すように分散させると、0次光60の光ディスク回折-1次光61と、回折格子14による-1次光51の光ディスク回折+1次光54とが重畳する。また同様に、0次光60の光ディスク回折+1次光62と、回折格子14による+1次光52の光ディスク回折-1次光55とが重畳する。このように重畳させることによって、重なった光同士が互いに打ち消し合う。その結果、0次光内に存在した光ディスク回折±1次光61、62がフォーカス誤差信号に与える影響を減少させることができる。

【0027】なお、図2の下図において、0次光60の光ディスク回折-1次光61と、回折格子14による-1次光51の光ディスク回折+1次光54とが、完全に重なっているように示したが、実際には0次光60の光ディスク回折±1次光61、62は複雑な形状をしているので完全には重ならない。0次光60の光ディスク回

折+1次光62と、回折格子14による+1次光52の光ディスク回折-1次光55についても同様である。

【0028】このように回折格子14による分散で発生する±1次光51、52と0次光60を重ねると光ディスク回折±1次光61、62の影響が減少するので、この状態で図3に示すように4分割センサ15でフォーカス誤差信号を出力すれば、ランドとグルーブのビットエラーレート特性差の改善等の効果が得られる。なお、従来の非点収差法では、レンズと光ディスク間の距離をレンズの焦点深度内に収めると4分割センサには断面が楕円ではなく円となる光が1ビームだけ入射し、 $(A+C) - (B+D)$ の値は0となる。本発明においては、-1次光51がAを出力するセンサに、+1次光52がCを出力するセンサにそれぞれ入射するので、レンズと光ディスク間の距離をレンズの焦点深度に収まったときの $(A+C) - (B+D)$ の値はオフセットを有する。

【0029】上記実施例において、0次光60の光量と回折格子14による±1次光51、52の光量との比を分散比という。例えば、-1次光、0次光、+1次光の光量の比が1:3:1であるときは、分散比3と表記する。光ディスク回折±1次光61、62を打ち消すためには、分散比が1を越える値でなければならない。光ディスクによる回折の影響を大きく低減できる場合の分散比は、ランドおよびグルーブによる溝の深さ、溝の幅、溝の形状、光ヘッドの集光ビーム形状にもよるが、分散比が1.5以上である場合に光ディスク回折±1次光61、62を打ち消す効果が大きいことを実験的に求めた。この実験は、分散比を1、2、3、5、7とした場合について行ったものであり、分散比を2、3、5、7とした場合について光ディスク回折±1次光61、62を打ち消す効果が大きいことを確認した。

【0030】図4は、0次光60と±1次光51、52との重なり合いを示す説明図である。図4の上図は、0次光60および±1次光51、52のビーム中心が直線上に並ばない配置を示しており、斜線で示した区域が重なった部分が、光ディスクでの回折による分散で生じた光同士が重畳する部分である。上記実施例においては、図2の下図に示すように、0次光60と±1次光51、52のビーム中心は直線上に並び、図4の上図に示す配置よりも光ディスクでの回折による分散で生じた光同士が重畳する面積は大きくなる。

【0031】また、各ビームの中心が直線上に並んだ場合に、図4の下図に示すように4分割センサ15が受光する光に像回転を生じさせてしまうと、重畳面積が小さくなり光ディスク回折±1次光61、62を打ち消す効果が減少する。したがって、図2の下図に示すように、各光のビーム中心が直線上に並び、像回転が生じないように分散させることが好ましい。このように分散させるためには、回折格子に切られた溝の方向と非点隔差によって断面が楕円となる光の楕円の長軸または短軸方向と

を一致させるように凹レンズ12と円筒レンズ13とを一体化した光学部品を配置すればよい。回折格子に切られた溝と楕円の長軸または短軸の方向とがずれると、像回転のため重畳面積は減少する。なお、図4の下図に示すような90°の像回転は、回折格子に切られた溝と楕円の長軸または短軸の方向とが45°ずれる場合に生じる。

【0032】また、光ディスク回折±1次光61、62は、0次光60のビーム中心に近い位置に発生する場合には、ビーム中心から直径の1/4の距離までの範囲に発生する。ビーム中心から離れた位置に発生する場合には、ビーム中心から直径の1/2の距離までの範囲に発生する。この発生パターンは、光ディスク上の溝の深さ等の要因によって変化する。0次光60のビーム中心と±1次光51、52のビーム中心の距離が0次光の直径の1/4以上1/2以下となるようにすれば、光ディスク回折±1次光61、62の発生パターンに対応して、光ディスク回折±1次光61、62と回折格子14による分散で生じた光との重畳面積をより大きくすることができる。すなわち、光ディスク回折±1次光61、62を打ち消す効果を大きくすることができる。

【0033】また、本実施例では、凹レンズと円筒レンズを一体化させた光学部品により、非点隔差を発生させたが、凹レンズと斜め平板を一体化させた光学部品を用いてもよい。

【0034】本発明において、フォーカス誤差信号により検出した誤差が最小になるときと、RF信号が最大になるときを一致させるために、凹レンズ12と円筒レンズ13の位置を光軸方向に調整することがある。この調整時に凹レンズ12と円筒レンズ13との距離を変化させてはならないが、一体化することによって凹レンズ12と円筒レンズ13の距離は不変となるので、調整を容易に行うことができる。凹レンズと斜め平板とを一体化させた光学部品を用いた場合も同様に、位置の調整が容易になる。

【0035】また、本発明では0次光60と回折格子14で発生した±1次光51、52を重ねさせて光ディスク回折±1次光の影響を減少させたが、0次光60に回折格子14で発生した±2次光（図面において図示せず）を重ねさせてもよい。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、光ディスクからの反射光に生じる光ディスク回折±1次光を回折格子に通過させ、光ディスク回折±1次光の回折格子による±1次光と、光ディスク回折±1次光とを重ねさせ、光ディスク回折±1次光の影響を減少させたことにより、フォーカスオフセットに対するビットエラーレート変化を小さくし、かつランドとグルーブのビットエラーレート特性の差をなくし、ランドおよびグルーブからなる溝をクロスして走査した場合のフォーカス誤差信号に入ったノイズ

を除去することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明によるフォーカス誤差信号検出装置の実施の一形態を示す構成図である。

【図 2】 回折格子を通過した光の分散の状況を示す説明図である。

【図 3】 回折格子を通過して分散した光を受光した 4 分割センサの状況を示す説明図である。

【図 4】 0 次光と±1 次光との重なり合いを説明する説明図である。

【図 5】 フォーカス零クロス の定義を説明する説明図である。

【図 6】 フォーカスセンサのずれに対するフォーカス零クロス変化特性を示す説明図である。

【図 7】 フォーカスオフセットに対するビットエラーレート特性を示す説明図である。

【図 8】 光ディスク上のランドとグルーブとからなる溝の状況を示す説明図である。

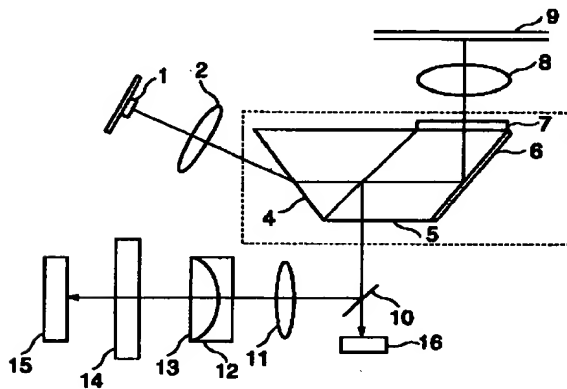
【図 9】 光ディスクでの反射で生じた光ディスク回折±1 次光の発生状況を示す説明図である。

\* 【符号の説明】

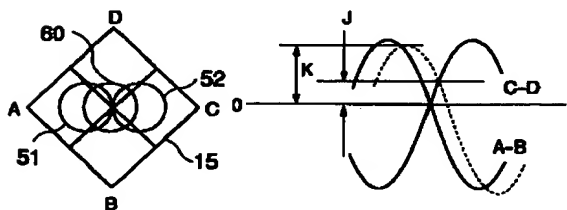
- 1 レーザ
- 2 コリメータレンズ
- 3 複合プリズム
- 4 クサビプリズム
- 5 偏光ビームスプリッタ
- 6 45° ミラー
- 7 1/4 波長板
- 8 対物レンズ
- 9 光ディスク
- 10 ハーフミラー
- 11 集束レンズ
- 12 凹レンズ
- 13 円筒レンズ
- 14 回折格子
- 15 4 分割センサ
- 16 2 分割センサ
- 51~52 ±1 次光
- 60 0 次光

\* 20 61~62 光ディスク回折±1 次光

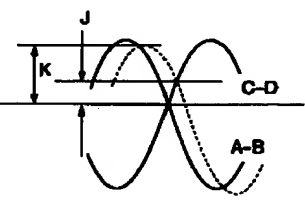
【図 1】



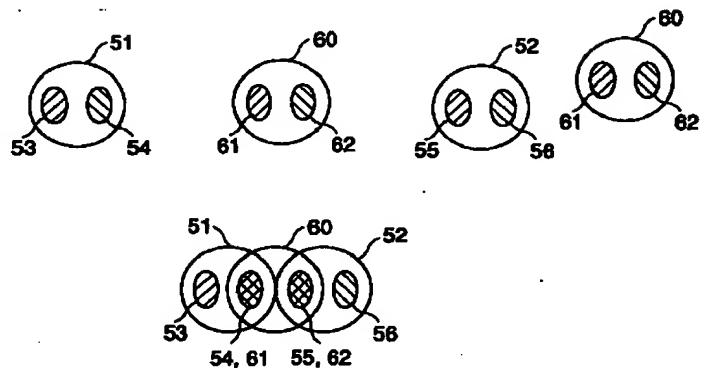
【図 3】



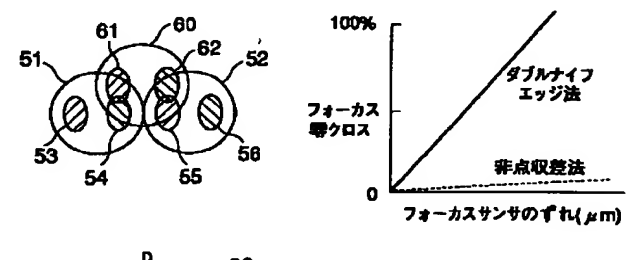
【図 5】



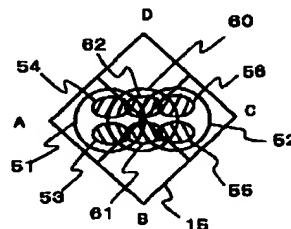
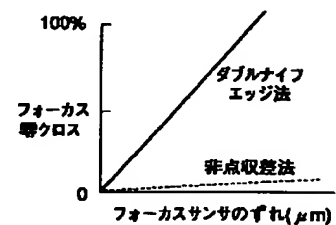
【図 2】



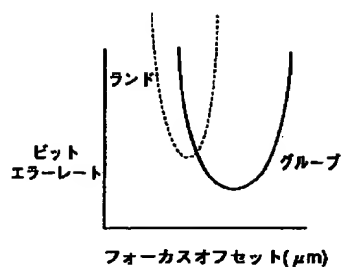
【図 4】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

